

## Review – Hydrocephalus

### Klinische Erfahrungen mit verschiedenen Shuntsystemen beim Normaldruckhydrozephalus

U. Meier<sup>1</sup>, F.S. Zeilinger<sup>1</sup>, T. Reyer<sup>2</sup>, D. Kintzel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Neurochirurgie des Unfallkrankenhauses Berlin

<sup>2</sup> Abteilung für Neurochirurgie des Krankenhaus im Friedrichshain

**Zusammenfassung:** Differentialdruckventile haben bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus im Spätstadium den Nachteil, daß sie sich bei ruckartigem Aufstehen schlagartig öffnen bzw. zu lange offenbleiben und dabei einen Sog auf den Liquorraum des bereits atrophisch vorgeschädigten Hirns ausüben. Können diese Nachteile und insbesondere Überdrainagekomplikationen durch hydrostatische Ventile verringert bzw. behoben werden? Bei insgesamt 117 Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus wurden 47mal Cordis-Standard-Ventile, 20mal Cordis-Orbis-Sigma-Ventile und 50mal Miethke-Dual-Switch-Ventile implantiert. 95 dieser Patienten (36/19/40) nahmen an der Nachuntersuchung teil. Die Einteilung des Normaldruckhydrozephalus erfolgte nach den Ergebnissen des intrathekalen Infusionstestes in ein Früh- und Spätstadium. Die klinischen Nachuntersuchungsergebnisse 7 Monate nach der Shunt-Operation waren bei der Patientengruppe mit implantiertem Miethke-Dual-Switch-Ventil statistisch signifikant besser als bei derjenigen mit Standard-Ventilen. Bei mechanischen Komplikationen und Infektionen gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Ventilarten. Deutliche Unterschiede waren jedoch bei Überdrainagen und Subduralhämatomen zu verzeichnen. 4 Patienten (11%) mit einem Cordis-Standard-Ventil, 5 Patienten (26%) mit einem Cordis-Orbis-Sigma-Ventil und 2 Patienten (5%) mit einem Miethke-Dual-Switch-Ventil zeigten in den bildgebenden Verfahren der Neuroradiologie eine augenscheinliche Verkleinerung der Ventrikelgröße. Von diesen

wiesen 2 Patienten (6%) mit einem Cordis-Standard-Ventil und 3 Patienten (16%) mit einem Cordis-Orbis-Sigma-Ventil sowie 1 Patient (3%) mit einem Miethke-Dual-Switch-Ventil eine klinische Symptomatik auf. Die genannten 3 Patienten (16%) mit einem Cordis-Orbis-Sigma-Ventil entwickelten im Krankheitsverlauf Subduralhämatome, wovon 2 Patienten (11%) neurochirurgisch therapiert werden mußten. Einer dieser Patienten (5%) verstarb an den Folgen eines Hämatozephalus. Jeweils 1 Patient (3%) mit einem Cordis-Standard-Ventil bzw. Miethke-Dual-Switch-Ventil mußte an einem Subduralhämatom operiert werden. Bei einem Patienten mit Miethke-Dual-Switch-Ventil resorbierte sich ein sehr schmales Subduralhämatom ohne therapeutische Intervention.

Der Krankheitsverlauf bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus wird vom Stadium der Erkrankung (NPH mit bzw. ohne Hirnatrophie) zum Zeitpunkt der Therapie und von der Art des implantierten Ventils bestimmt. Aufgrund des höheren Anteils von Überdrainagen und Subduralhämatomen ist das Cordis-Orbis-Sigma-Ventil für Patienten mit NPH nicht geeignet. Trotz der noch geringen Erfahrungen mit dem Miethke-Dual-Switch-Ventil sollten die Vorteile dieser hydrostatischen Ventilart bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus hervorgehoben werden.

**Schlüsselwörter:** Miethke-Dual-Switch-Ventil – Shunt-Operation – Prognose – Hydrocephalus occlusus extraventricularis – Überdrainage

### Clinical experience with the Dual-Switch-Valve in patients with normal pressure hydrocephalus

**Summary:** In patients with normal pressure hydrocephalus in the late stage conventional differential valves have the disadvantage that they open abruptly while changing the body position to the vertical line and that they can therefore induce a suction on the ventricles of the atrophic brain. Can these disadvantages and over-

drainage complications be minimized by hydrostatic valves?

In 117 patients diagnosed for normal pressure hydrocephalus we have implanted 47 Cordis Standard Valves (CSV), 20 Cordis Orbis Sigma Valves Type I (OSV) and 50 Miethke Dual Switch Valves (DSV). 95 patients (36/19/

40) could be re-evaluated by means of a control examination. Normal pressure hydrocephalus was graduated according to the results of the intrathecal infusion test in an early and late stage. According to our NPH-Recovery-Rate and to the clinical grading of normal pressure hydrocephalus by Kiefer and Steudel we compared the postoperative results of each group of patients. There were no statistical differences in mechanical and infectious complications between the different valve types. We found significant differences in overdrainage and subdural hematomas. 4 patients (11%) with a CSV, 5 patients (26%) with an OSV and 2 patients (5%) with a DSV had a decrease of the ventricular width visualised in the CT. Of those patients 2 (6%) with a CSV, 3 patients (16%) with an OSV and 1 patient (3%) with a DSV developed clinical symptoms.

The course of the disease in patients with normal pressure hydrocephalus is influenced by the stage of the disease – degree of cerebral atrophy – and also by the implanted valve type. The high amount of overdrainage complications and subdural hematomas in the Cordis Orbis Sigma Valve Type I group is an argument against its use. Our clinical experiences with the Miethke Dual Switch Valve show that this hydrostatic valve is of advantage for patients with a normal pressure hydrocephalus.

**Key words:** Hydrocephalus oclusus extraventricularis – shunting – clinical results – hydrostatic valve – overdrainage

## Einleitung

Nach der weltweit über 40jährigen Erfahrung bei der ventilregulierten Shunt-Therapie des Hydrocephalus internus existieren noch erhebliche therapeutische Probleme, die durch unphysiologische Konstruktionsprinzipien der Ventile unterhalten werden. Die Schwierigkeiten spiegeln sich darin wider, daß zur Zeit mehr als 200 verschiedene Ventile auf dem Markt angeboten werden, welche man grob in drei Konstruktionsprinzipien unterteilen kann: Die erste Gruppe der „einfachen“ Differentialdruckventile hat einen Öffnungsdruck, der ausschließlich auf die liegende Position des Patienten bezogen ist. Die zweite Gruppe der „verstellbaren“ Ventile bietet zwar die Möglichkeit, den Öffnungsdruck den individuellen Patientenbedürfnissen anzupassen, die vertikale Körperhaltung wird jedoch nicht in Rechnung gestellt. Erst die dritte Kategorie der sog. „hydrostatischen“ Ventile zielt auf physiologischere ventrikuläre Druckverhältnisse in horizontaler und aufrechter Körperstellung [2, 21, 24].

Konventionelle Differentialdruckventile haben insbesondere bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus (NPH) den Nachteil, daß sie sich beim Aufrichten in eine vertikale Stellung schlagartig öffnen und dann zu lange offen bleiben und dabei einen Sog auf den Liquorraum des bereits atrophisch vorgeschädigten Hirns ausüben. Grundsätzlich stellt sich hier die Frage, ob solche Sogphänomene mit daraus folgenden Überdrainagekomplikationen durch hydrostatische Ventile verringert bzw. vermieden werden können.

## Material und Methodik

Im Zeitraum vom Mai 1982 bis März 1999 wurden in der Abteilung für Neurochirurgie des Krankenhauses im Friedrichshain und ab September 1997 in der Klinik für Neurochirurgie des neu eröffneten Unfall-

krankenhauses Berlin insgesamt 117 Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus mit einem Shunt-system abgeleitet. Dabei kamen 47mal Cordis-Standard-Ventile, 20mal Cordis-Orbis-Sigma-Ventile und 50mal Miethke-Dual-Switch-Ventile zur Anwendung. Die Cordis-Standard-Ventile (C-Standard) wurden im Zeitraum 05/82 bis 01/91 sowie 10/95 bis 03/96 implantiert, die Cordis-Orbis-Sigma-Ventile (C-OSV) im Zeitraum 02/91 bis 09/95 und die Miethke-Dual-Switch-Ventile (M-DSV) im Zeitraum 03/96 bis 03/99.

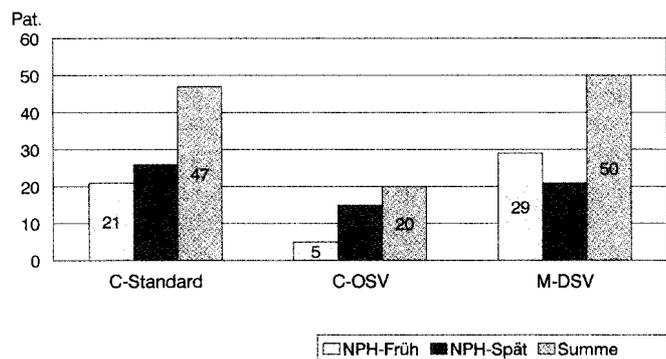
95 (81%) der insgesamt 117 Patienten (36/19/40) nahmen an der Nachuntersuchung teil. Die Symptome aller Patienten wurden dem klinischen Grading für den Normaldruckhydrozephalus von Kiefer und Steudel [10] prä- und postoperativ zugrundegelegt und der postoperative Krankheitsverlauf nach durchschnittlich 7 Monaten mittels der eigenen NPH-Recovery-Rate [19] verglichen.

$$\text{NPH-R-R} = \frac{\text{Klin. Grading präoperativ} - \text{postoperativ}}{\text{Klinisches Grading präoperativ}} \times 10$$

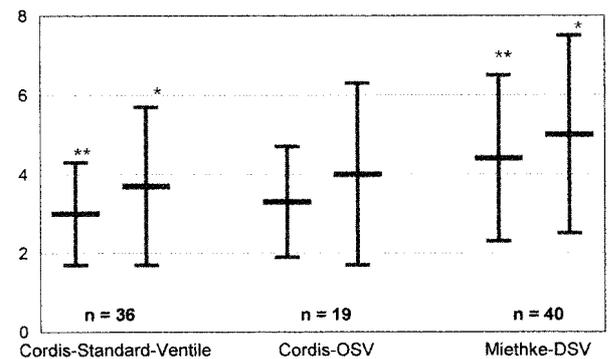
Die Wichtung der Symptome erfolgte entsprechend einem für den Normaldruckhydrozephalus von Kiefer und Steudel [10] in Tabelle 1 dargestellten Grading, welches folgende klinisch-neurologische Kategorien bewertet: Mentaler Status, Gangstörung, Inkontinenz, Kopfschmerz und Schwindelsymptomatik. Die Indikationsstellung zur Shunt-Operation erfolgte aufgrund der klinischen Symptomatik und der Untersuchungsergebnisse des intrathekalen Infusionstestes [15]. Dabei bildete der Abflußwiderstand das Hauptkriterium zur Trennung zwischen den Patientengruppen mit NPH oder Hirnatrophie. Eine Differenzierung des Normaldruckhydrozephalus in ein Frühstadium (NPH ohne zusätzliche Hirnatrophie) bzw. Spätstadium (NPH mit zusätzlicher Hirnatrophie) gelingt durch die Bewertung der Compliance als Nebenkriterium. Die Indikation-

**Tabelle 1** Klinisches Grading beim Normaldruckhydrozephalus [10]

Symptom	Grad	Score	Beschreibung der Symptomatik
Mental	0	0	keine klinisch apparente Beeinträchtigung
	1	1	Vergeßlichkeit, Konzentrationsstörung
	2	3	Apathie, teilorientiert, und Symptome von Grad I
	3	5	Werkzeugstörung, völlig desorientiert
Gangstörung	0	0	keine Gangstörungen vorhanden
	1	0	nur mit speziellen Tests Gangstörungen nachweisbar (z.B. Blindgang)
	2	2	breitbeinig, ataktisches in sich aber sicheres Gangbild (ohne Gehhilfe)
	3	4	beschwerliches Gehen nur mit Gehhilfe möglich
	4	5	nur wenige Schritte mit Unterstützung einer Person möglich
Inkontinenz	0	0	keine Inkontinenz
	1	3	zeitweilige Inkontinenz (z.B. nachts)
	2	4	ständige Urininkontinenz
	3	6	Stuhl- und Urininkontinenz
Kopfschmerz	0	0	kein Kopfschmerz
	1	1	intermittierender Kopfschmerz (z.B. nach der Nachtruhe), dauerhaft geringer Kopfschmerz
	2	4	dauerhafter heftiger Kopfschmerz
Schwindel	0	0	kein Schwindel
	1	1	unter Belastungssituationen auftretender Schwindel
	2	3	intermittierender Schwindel
	3	4	dauerhafter Schwindel



**Abb. 1** Ventilarten versus Stadien des Normaldruckhydrozephalus



U-Test von Mann-Whitney : \* p 0,01 \*\*

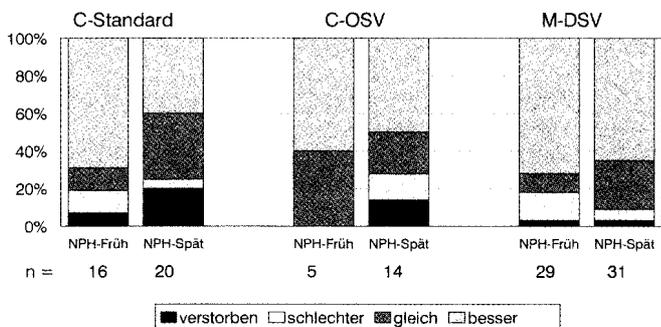
**Abb. 2** NPH-Recovery-Rate versus Ventilarten:  
 NPH-R-R >7 Punkte – sehr gutes Behandlungsergebnis  
 NPH-R-R >5 Punkte – gutes Behandlungsergebnis  
 NPH-R-R >2 Punkte – befriedigendes Behandlungsergebnis  
 NPH-R-R ≤2 Punkte – schlechtes Behandlungsergebnis

stellung zur Shunt-Implantation erfolgte bei einem im intrathekalen Infusionstest pathologisch erhöhten Abflußwiderstand (Resistance). Patienten mit physiologischem Abflußwiderstand wurden nicht geschuntet [15]. Mathematische Grundlagen, standardisierte Untersuchungsbedingungen und Indikationen zum rechnergestützten Infusionstest sowie Pathophysiologie, klinische Symptomatik und Krankheitsverlauf des NPH wurden ausführlich an anderer Stelle beschrieben [12–18].

**Ergebnisse**

Die unter Berücksichtigung der NPH-Recovery-Rate [19] vorgenommenen Nachuntersuchungen (Abb. 2) zeigen im U-Test nach Mann-Whitney ( $p < 0,01$ ) nach

Implantation eines Miethke-Dual-Switch-Ventils einen signifikant günstigeren Krankheitsverlauf als nach Implantation eines konventionellen Differentialdruckventils sowohl postoperativ als auch katamnestisch nach durchschnittlich 7 Monaten. Auch die Selbsteinschätzung des Behandlungsergebnisses durch den Patienten oder die Beurteilung durch dessen Angehörige (Abb. 3) spiegelt das vorgenannte Ergebnis wider. Dieser Sachverhalt wird insbesondere in der Patientengruppe mit einem Normal-

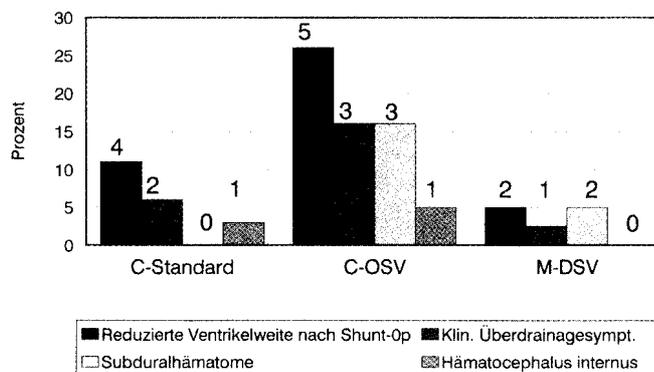


**Abb. 3** Selbstschätzung der Behandlungsergebnisse durch die Patienten und deren Angehörige 7 Monate nach Shunt-Implantation

druckhydrozephalus im Spätstadium (NPH mit zusätzlicher Hirnatrophie) sichtbar (Abb. 1).

Als operations- bzw. shuntbedingte Komplikationen innerhalb der Frühphase (11%) sind 4 Fehlplatzierungen des Ventrikelkatheters, 3 Fehlplatzierungen des Peritonealkatheters, 4 chronische Subduralhämatome sowie 2 postpunktionelle Ventrikeleinblutungen zu nennen. 2 Patienten verstarben an den Folgen des operativen Eingriffes, darunter ein Patient im apallischen Durchgangssyndrom nach Schädel-Hirn-Trauma und postpunktionellem Hämatozephalus, ein anderer Patient nach Therapie eines chronischen Subduralhämatoms mittels Bohrlochtrepanation und Hämatomausspülung, nachfolgendem Austausch des Ventrikelkatheters und sekundärem Hämatozephalus. Die Letalität beträgt im eigenen Patientengut 1,7 Prozent. Als Spätkomplikationen (9%) müssen 7 Infektionen (6%) und 4 mechanische Ventilverschlüsse genannt werden. Bei den Infektionen (3x Ventrikulitis, 2x Peritonitis und 2x Bauchdeckenabszess) wurde der Shunt entfernt. Nach Sanierung des Infektionsherdes erfolgte bei 2 Patienten eine erneute Ventilimplantation. Bei den 4 mechanischen Ventil- bzw. Ventrikelkatheterverschlüssen wurden die Ventile bzw. Ventrikelkatheter durch neue ersetzt. Die Morbidität betrug ohne die Replatzierungseingriffe der Frühphase 14 Prozent.

Bezieht man die operations- bzw. ventilbedingte Morbidität auf die unterschiedlichen Ventilarten, so kann folgendes festgestellt werden: Bei den mechanischen Komplikationen und Ventilinfektionen gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Ventilarten. Deutliche Unterschiede waren jedoch bei Überdrainagen und Subduralhämatomen zu verzeichnen (Abb. 4). 4 Patienten (11%) mit einem Cordis-Standard-Ventil, 5 Patienten (26%) mit einem Cordis-Orbis-Sigma-Ventil und 2 Patienten (5%) mit einem Miethke-Dual-Switch-Ventil zeigten in den bildgebenden Verfahren der Neuroradiologie eine augenscheinliche Abnahme der Ventrikelgröße. Dabei wiesen 2 Patienten (6%) mit einem Cordis-Standard-Ventil und 3 Patienten (16%) mit einem Cordis-Orbis-Sigma-Ventil sowie



**Abb. 4** Komplikationen durch Überdrainagen versus Ventilarten

1 Patient (3%) mit einem Miethke-Dual-Switch-Ventil eine im Zusammenhang mit dem neuroradiologischen Befund, der Ventrikelgrößenverkleinerung, stehende Symptomatik, wie Übelkeit, Erbrechen und Kopfschmerzen, auf. Die genannten 3 Patienten (16%) mit einem Cordis-Orbis-Sigma-Ventil entwickelten im Krankheitsverlauf Subduralhämatome, wovon 2 Patienten (11%) operativ behandelt werden mußten. Einer dieser Patienten (5%) verstarb an den Folgen eines Hämatozephalus. Auch 2 Patienten (5%) mit einem Miethke-Dual-Switch-Ventil entwickelten im Krankheitsverlauf Subduralhämatome. Bei einem dieser Patienten resorbierte sich die intrakranielle Blutung ohne klinische Symptomatik innerhalb eines Monats; bei dem zweiten Patienten mußte der Shunt wieder entfernt werden (Abb. 4).

Innerhalb der Patientengruppe mit implantiertem Miethke-Dual-Switch-Ventil konnte mittels des Evans-Index prä- und postoperativ sowie katamnestisch nach 7 Monaten die Ventrikelgröße bilanziert werden. Bei 38 Patienten mit einem M-DSV betrug der Mittelwert des Evans-Index präoperativ  $0,46 \pm 0,08$ , postoperativ  $0,44 \pm 0,08$  und katamnestisch  $0,43 \pm 0,08$ . Somit war bei 65 Prozent der Patienten mit einem NPH trotz klinischer Besserung der Symptomatik bei diesem Ventiltyp keine statistisch signifikante Verringerung der Ventrikelgröße festzustellen.

**Diskussion**

Alle gebräuchlichen Ventile funktionierten nach dem Differentialdruckprinzip. Das bedeutet, daß die Passage durch das Ventil freigegeben wird, wenn die Druckdifferenz zwischen dem Einlaß und dem Auslaß des Ventils den spezifischen Öffnungsdruck des Ventils übersteigt. Nach Aschoff et al. [1, 2] hat man die Wahl zwischen fünf technischen Möglichkeiten: Schlitz-, Kreuzschlitz-, Membran-, Lippen- und Kugel in Konus-Ventil sowie Orbis-Sigma-Ventil als Kombination eines Nadel- und Membranventils. Durch 195 verschiedene Ventilkonstruktionen mit ungefähr 450 Druckstufen existieren rund 1200 ver-

schiedene Möglichkeiten. Diese Shuntsysteme setzen sich in der Regel aus einem Schlauchsystem aus Silikonmaterial und einem Einwegventil zusammen. Zur Anpassung an die individuellen Erfordernisse der Patienten stehen Ventile mit verschiedenen Öffnungsdrücken zur Verfügung. Zur Vermeidung des sogenannten Siphoneffektes wurde das Anti-Siphon-Device entwickelt. Dabei handelt es sich um ein Zusatzventil, das eine Überdrainage in der vertikalen Körperposition verhindern soll.

Bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus des Frühstadiums haben wir bei Cordis-Standard-Ventilen 2 klinisch relevante Überdrainagekomplikationen (6%) beobachtet (Abb. 4). Trost et al. [27] bescheinigten dieser Ventilart stabile Kennlinien in der Langzeittestung. Eine Niederländische Multicenterstudie [4, 26] erbrachte bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus einen signifikant besseren Krankheitsverlauf, wenn Standard-Ventile im Niederdruckbereich implantiert worden waren, als nach Implantation von Standard-Ventilen im Mitteldruckbereich, doch mußte dieser Vorteil mit einer höheren Überdrainagerate von 71% versus 34% erkauft werden. Zur klinischen Relevanz dieser postoperativen Komplikation wurde nicht Stellung genommen. Diese Komplikationsraten sind als außergewöhnlich hoch einzustufen. Einerseits sind Standard-Ventile kostengünstig, andererseits würde auch nur eine Überdrainagekomplikation die Kostenrechnung von 30 und mehr Ventilen mit einem Negativ-Saldo belasten. Die nach klinischen Kriterien der NPH-Recovery-Rate bei der Patientengruppe mit Miethke-Dual-Switch-Ventilen (Abb. 2) statistisch signifikant besseren Behandlungsergebnisse werden sicherlich durch die bisher 12jährige Erfahrung unserer Arbeitsgruppe in der Diagnostik und Therapie von Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus [12–19] mitbestimmt, müssen aber im wesentlichen dem Konstruktionsprinzip des M-DSV, welches der variablen Körperstellung des Patienten Rechnung trägt, zugeschrieben werden [24, 28]. Dieses positive Resultat findet bei der Selbsteinschätzung der Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus des Frühstadiums noch keinen Niederschlag (Abb. 3). Hierfür könnte die noch zu geringe Patientenzahl in dieser Untersuchungsgruppe verantwortlich sein. Um die Prognose von Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus des Frühstadiums nicht zu gefährden, ist auch für diese Patienten die Auswahl eines hydrostatischen Ventils, wie dem Miethke-Dual-Switch-Ventil, zu empfehlen.

Bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus des Spätstadiums wurden vorwiegend Orbis-Sigma-Ventile, Cordis-Standard-Ventile und Miethke-Dual-Switch-Ventile implantiert. Gegenüber den Standard-Ventilen sollen die Orbis-Sigma-Ventile eine flußorientierte Drainage ermöglichen, welche sich innerhalb verschiedener Differentialdrücke an

der physiologischen Liquordynamik orientieren. Dies ist für Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus und zusätzlicher Hirnatrophie wichtig, um Überdrainagen zu vermeiden. Leider waren bei dieser Ventilart insgesamt fünf Überdrainagen (26%) mit drei chronischen Subduralhämatomen (16%) als Komplikationen zu beklagen. Auch Weiner et al. [29] beschrieben bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus nach Implantation von Orbis-Sigma-Ventilen die Entstehung von Subduralhämatomen als Zeichen der Überdrainage. Konträr zu Czosnyka et al. [6] gaben Decq et al. [7] signifikant weniger Überdrainagephänomene beim Orbis-Sigma-Ventil gegenüber konventionellen Differentialdruckventilen an. Diese Untersuchungen bezogen sich aber nicht ausschließlich auf Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus und sind daher nur bedingt aussagekräftig. Ob man nach der Weiterentwicklung zum Orbis-Sigma-II-Ventil günstigere Resultate erheben kann, bleibt abzuwarten. Aufgrund der größeren Häufigkeit von Überdrainagen und Subduralhämatomen können wir das Cordis-Orbis-Sigma-Ventil für Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus nicht empfehlen. Cordis-Standard-Ventile haben bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus des Spätstadiums den Nachteil, daß sie sich bei ruckartigem Aufrichten des Patienten schlagartig öffnen und dabei einen unphysiologisch starken Sog auf den Liquorraum des atrophisch vorgeschädigte Hirn ausüben. Ein Anti-Siphon-Device würde dies zwar verhindern, aber gleichzeitig und unabhängig von der Körperstellung den Widerstand des gesamten Ventilsystems erhöhen. Im eigenen Patientengut traten bei dieser Ventilart drei Überdrainagen (8%) auf, wobei zwei Patienten (6%) eine entsprechende klinische Symptomatik aufwiesen. Im Hinblick auf eine der Körperstellung des Patienten angepaßte Shuntfunktion hat das von Miethke et al. [20] entwickelte Parallelventil mit zwei unterschiedlichen Verschlußeinheiten eine neue Perspektive eröffnet. Nach Implantation von Dual-Switch-Ventilen beobachteten wir im eigenen Patientengut nur bei zwei Patienten (5%) die Entwicklung eines Subduralhämatoms, wobei ein Patient (2,5%) lediglich einen schmalen und klinisch stummen subduralen Hämatomsaum aufwies. Sowohl nach dem Kriterium der NPH-Recovery-Rate (Abb. 2), als auch aufgrund der Selbsteinschätzung des Behandlungsergebnisses durch den Patienten und dessen Angehörigen (Abb. 3) sind die Erstergebnisse der mit einem Dual-Switch-Ventil behandelten Patienten deutlich besser. Obwohl die allgemeinen Erfahrungen mit dem Miethke-Dual-Switch-Ventil noch gering sind, müssen die Vorteile dieser hydrostatischen Ventilart für Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus des Spätstadiums besonders hervorgehoben werden.

Nach Shunt-Operationen bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus gaben Grumme et al. [8]

eine Letalität von 0–6 Prozent und Überdrainagephänomene in einer Häufigkeit von 6–20 Prozent an. Vergleichsweise liegen im eigenen Krankengut die Letalität mit 1,7 Prozent und die Überdrainagerate mit 6 Prozent eher im unteren Bereich der internationalen Zahlenangaben [23].

Beim Sophy- und Medos-Hakim-Ventil kann der Öffnungsdruck mit Hilfe eines Magneten perkutan reguliert und eingestellt werden. Auch bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus haben Medos-Hakim-Ventile eine positive Bewertung erfahren [21]. Nachteilig sind die Größe des Ventils und die externe Beeinflussung durch Magnetfelder, wie MRT, Flughafenkontrollanlagen, Lautsprecher und Kopfhörer [1]. Eine Überdrainage ist auch mit diesem Ventil nicht zu verhindern. Bei den programmierbaren Ventilen ist insbesondere das Problem zu diskutieren, nach welchen Kriterien die Regulierung der Ventildruckstufe erfolgen soll. Eine kurzfristige Verschlechterung der Symptomatik kann ebensowenig zur Veränderung der Öffnungsdruckstufe führen, wie auch eine Besserung beispielsweise der Kopfschmerzsymptomatik kein positives Kriterium für eine erfolgte Ventileinstellung sein kann. Auch muß eine Veränderung der Ventildruckstufe nach der Ventrikelgröße im Computertomogramm abgelehnt werden. Nach Shunt-Implantation haben wir zwischen der klinischen Besserung und der Abnahme der Ventrikelgröße keine Beziehung nachweisen können. Eine signifikante Abnahme der Ventrikelgröße wurde bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus nach Shunt-Implantation meist nicht beobachtet [25]. Dies verdeutlichen unsere Untersuchungsergebnisse bezüglich des Evans-Index bei 38 Patienten mit einem implantierten Miethke-Dual-Switch-Ventil. Auf Grund atrophischer Prozesse verliert das Gehirn eines älteren Menschen seine elastischen Eigenschaften [5]. Histologische Untersuchungen an Katzen zeigten, daß eine hydrozephale Ventrikelvergrößerung zu einer Degeneration der Axone führt [22]. Nach Rubin et al. [22] basiert eine Rekonstruktion des Hirnmantels nach erfolgreicher Ventilableitung nicht auf einer Regeneration des untergegangenen Gewebes, sondern auf einer kompensatorischen Verbreiterung der noch intakten weißen Substanz und der Glia sowie des vaskulären Kapillarnetzes. Die strukturellen Schädigungen bleiben bestehen. Die für die Restitution entscheidenden Faktoren bilden demnach die zerebralen Kompensationsmechanismen und die Quantität der nicht geschädigten Strukturen. Untersuchungen von Hakim [9] über die hydraulischen Eigenschaften des neuralen Gewebes stützen diese Annahme. Danach ist beim Normaldruckhydrozephalus des chronischen Stadiums eine Reduktion der Ventrikelweite kaum noch zu erwarten, da die langdauernde bioplastische Deformierung zu einem Untergang des Hirngewebes geführt hat. Nur com-

pliance- oder druckgesteuerte Ventile würden eine physiologische Liquordrainage erlauben. Derartige Ventile sind leider technisch noch nicht ausgereift und für den klinischen Einsatz nicht verfügbar.

Somit scheint der Krankheitsverlauf bei Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus vom Stadium der Erkrankung (NPH mit bzw. ohne Hirnatrophie) zum Zeitpunkt der Shunt-Implantation und von der Art des implantierten Ventils bestimmt zu sein. Nach den Untersuchungen von Lee et al. [11] zielt die Shunt-Operation auf eine Verbesserung des zerebralen Blutflusses sowie der Vasomotorenaktivität ab. In Hinblick auf diese Forderung ist nach den vorliegenden Erfahrungen die Auswahl eines Miethke-Dual-Switch-Ventil für Patienten mit einem Normaldruckhydrozephalus besonders zu empfehlen.

## Literatur

- <sup>1</sup> Aschoff A. In-vitro-Testung von Hydrozephalus-Ventilen. Habilitationsschrift, Heidelberg 1994
- <sup>2</sup> Aschoff A, Benesch C, Kremer P, Fruh K, Klank A, Kunze St. Overdrainage and shunt-technology. A critical comparison of programmable, hydrostatic and variable-resistance-valve and flow-reducing devices. *Child's Nerv Syst* 1995; 11: 193–202
- <sup>3</sup> Benzel EC, Pelletier AL, Levy PG. Communicating hydrocephalus in adults: Prediction of outcome after ventricular shunting procedures. *Neurosurgery* 1990; 26: 655–660
- <sup>4</sup> Boon AJW, Thans JThJ. Dutch normal pressure hydrocephalus (NPH) study. Randomised comparison of low and medium pressure shunts. Presented at the Tenth International Symposium on Intracranial Pressure and Neuromonitoring in Brain Injury, Williamsburg, Virginia, USA May 25–29, 1997
- <sup>5</sup> Cardoso ER, Del Bigio MR. Age-related changes of cerebral ventricular size. *Acta Neurochir* 1989; 97: 135–138
- <sup>6</sup> Czosnyka Z, Czosnyka M, Richards HK, Pickard JD. Posture-related overdrainage: Comparison of the performance of 10 hydrocephalus shunts in vitro. *Neurosurgery* 1998; 42: 327–334
- <sup>7</sup> Decq P, Barat JL, Duplessis E, Lequerinel C, Gendraul P, Keravel Y. Shunt failure in adult hydrocephalus: flow controlled shunt versus differential pressure shunts – A cooperative study in 289 patients. *Surg Neurol* 1995; 43: 333–339
- <sup>8</sup> Grumme T, Kolodziejczyk D. Komplikationen in der Neurochirurgie. Band 2 Kraniale, zerebrale und neuropädiatrische Chirurgie. Blackwell, Berlin 1995; 534–540
- <sup>9</sup> Hakim CA. The physics and physio-pathology of the hydraulic complex of the central nervous system. The mechanics of hydrocephalus and normal pressure hydrocephalus. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts 1985
- <sup>10</sup> Kiefer M, Steudel W-I. Moderne Diagnostik und Therapie des Hydrozephalus beim älteren Menschen. *Saarland Ärzteblatt* 1994; 47: 498–505
- <sup>11</sup> Lee EJ, Hung YC, Chang CH, Pai MC, Chen HH. Cerebral blood flow velocity and vasomotor reactivity before and after shunting surgery in patients with normal

- pressure hydrocephalus. *Acta Neurochir* 1998; 140: 599–605
- 12 Meier U, Knopf W, Gärtner F, Künzel B, Huhnd T. Indikationen zum intrathekalen Infusionstest bei Störungen der Liquordynamik. *Zentralbl Neurochir* 1990; 51: 107–111
  - 13 Meier U, Reichmuth B, Knopf W, Riederer A. Intrathecal infusion test: An investigative method to treat malresorptive hydrocephalus by shunt operation. In: Lorenz R, Klinger M, Brock M (Eds). *Advances in Neurosurgery* 21. Springer, Berlin 1993; 125–129
  - 14 Meier U, Reichmuth B, Zeilinger FS, Lehmann R. The importance of xenon-computed tomography in the diagnosis of normal pressure hydrocephalus. *Intern J Neuroradiology* 1996; 2: 153–160
  - 15 Meier U. Der intrathekale Infusionstest als Entscheidungshilfe zur Shunt-Operation beim Normaldruckhydrozephalus. *Akt Neurologie* 1997; 24: 24–35
  - 16 Meier U, Zeilinger FS, Kintzel D. Diagnostic in normal pressure hydrocephalus: A mathematical model for determination of the ICP-dependent resistance and compliance. *Acta Neurochir* 1999; 141: 941–948
  - 17 Meier U, Zeilinger FS, Kintzel D. Signs, symptoms and course of disease in normal pressure hydrocephalus in relation to cerebral atrophy. *Acta Neurochir* 1999; 141: 1039–1048
  - 18 Meier U, Zeilinger FS, Kintzel D. Pathophysiologie, Klinik und Krankheitsverlauf beim Normaldruckhydrozephalus. *Fortschr Neurol Psychiatr* 1998; 66: 176–191
  - 19 Meier U. Zur klinischen Graduierung des Normaldruckhydrozephalus. *Akt Neurologie* 1999; 26: 127–132
  - 20 Miethke C, Affeld K. A new valve for the treatment of hydrocephalus. *Biomed Technik* 1994; 39: 181–187
  - 21 Reinprecht A, Czech T, Dietrich W. Clinical experience with a new pressure-adjustable shunt valve. *Acta Neurochir* 1995; 134: 119–124
  - 22 Rubin RC, Hochwald GM. Reconstitution of cerebral cortical mantle following hydrocephalus. In: Wood JH (Eds). *Neurobiology of Cerebrospinal Fluid* 2. Plenum Press, New York 1983; 821–833
  - 23 Sotelo J, Rubalcava MA, Gomez-Liata S. A new shunt for hydrocephalus that relies on CSF production rather than on ventricular pressure: initial clinical experiences. *Surg Neurol* 1995; 43: 324–331
  - 24 Sprung C, Miethke C, Trost HA, Lanksch WR. The dual-switch valve. *Child's Nerv Syst* 1996; 12: 573–581
  - 25 Tans JTJ, Poortvliet DCJ. Reduction of ventricular size after shunting for normal pressure hydrocephalus related to CSF dynamics before shunting. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1988; 51: 521–525
  - 26 Tans J. How to predict the response to shunting and which shunt opening pressure is preferable. Workshop 7: Normal pressure hydrocephalus: Pathobiology and advances in management. Presented at the Tenth International Symposium on Intracranial Pressure and Neuro-monitoring in Brain Injury, Williamsburg, Virginia, USA May 25–29, 1997
  - 27 Trost HA, Claussen G, Heissler HE, Gaab MR. Long term in vitro test results of various new and explanted hydrocephalus shunt valves. In: Avezaat CJJ, Eijndhoven JHM, van Maas AIR, Tans JTJ (Eds). *Intracranial Pressure VIII*. Springer, Berlin 1993; 901–904
  - 28 Trost HA, Sprung C, Lanksch W, Stolke D, Miethke C. Dual-Switch Valve: Clinical performance of a new hydrocephalus valve. *Acta Neurochir* 1998; 71 (Suppl.): 360–363
  - 29 Weiner HL, Constantini S, Cohen H, Wisoff JH. Current treatment of normal-pressure hydrocephalus: Comparison of flow-regulated and differential-pressure shunt valves. *Neurosurgery* 1995; 37: 877–884

*eingereicht:* 21.04.1999

*angenommen:* 09.05.2000

Priv.-Doz. Dr. med. Ullrich Meier  
 Klinik für Neurochirurgie  
 Unfallkrankenhaus Berlin  
 Warener Straße 7  
 D-12683 Berlin  
 Tel.: + 49/30/56812700  
 Fax: + 49/30/56812703